

**Cooling gas with solid particles and heat exchange - using vessel with fluidisable bed, feeding particles into gas flow, and separates and returns them to the bed via heat exchangers**

**Patent Assignee:** FOSTER WHEELER ENERGIA OY; AHLSTROEM CORP A; AHLSTROEM OY A

**Inventors:** HILTUNEN M; HYPPAENEN T; WESTERLUND K; MYOEHAENEN K; MYOHANEN K

### Patent Family

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Week	Type
EP 630683	A1	19941228	EP 94109722	A	19940623	199505	B
FI 93274	B	19941130	FI 932923	A	19930623	199505	
FI 9401543	A	19941224	FI 941543	A	19940331	199512	
JP 7136493	A	19950530	JP 94141872	A	19940623	199530	
JP 7136494	A	19950530	JP 94141873	A	19940623	199530	
US 5505907	A	19960409	US 94265041	A	19940622	199620	
FI 97424	B	19960830	FI 941543	A	19940331	199641	
US 5634516	A	19970603	US 94264047	A	19940622	199728	
			US 95569858	A	19951208		
EP 630683	B1	19990210	EP 94109722	A	19940623	199911	
DE 69416458	E	19990325	DE 616458	A	19940623	199918	
			EP 94109722	A	19940623		

**Priority Applications (Number Kind Date):** FI 932923 A ( 19930623)

**Cited Patents:** EP 282777 ; EP 94795 ; FI 913416; GB 796914

### Patent Details

Patent	Kind	Language	Page	Main IPC	Filing Notes
EP 630683	A1	E	12	B01J-008/38	
Designated States (Regional): AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL PT SE					
JP 7136493	A		8	B01J-008/24	
JP 7136494	A		8	B01J-008/24	
US 5505907	A		10	F27B-015/16	
FI 97424	B			F28C-003/16	Previous Publ. patent FI 9401543
US 5634516	A		9	F28D-013/00	Cont of application US 94264047
EP 630683	B1	E		B01J-008/38	
Designated States (Regional): AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL PT SE					
DE 69416458	E			B01J-008/38	Based on patent EP 630683
FI 93274	B			F28D-013/00	
FI 9401543	A			F28C-003/16	

### Abstract:

EP 630683 A

Fig. 2017  
Cooling hot gas involves contacting the gas and solid particles from a fluidised bed of particles, and also between the gas and heat transfer surfaces. Also claimed is the associated appts., which includes a vessel with a lower inlet duct (16) for the gas. A bed (12) of fluidisable particles surrounds the gas inlet, which leads to a vertical riser (22) having walls (24) which extend below the top surface (20) of bed (12). Riser (22) leads to upper particle separators (28), which have ducts (36) for the return of particles to the outer zone of bed (12). Particles (50) from inner zone (12") of the bed are displaced into gas inlet duct (16), the walls (24) of riser (22) are heat transfer surfaces, and further heat transfer surfaces (44)(46) are positioned in the return ducts (36) and in the outer zone of particle bed (12). Gas leaves the appts. via upper outlets from separators (28).

PREFERRED - The riser (22) is cylindrical, and return ducts (36), which define a narrow space around the riser, are formed in part by the riser wall (24). This wall also forms part of the separators (28). Gas inlet duct (16) and particle bed (12) can both be rectangular, and particles can be introduced into duct (16) via openings through its walls. The duct extends to a level above that of the bed fluidising nozzles (52), but only to the same level if heavily contaminated gas is being treated.

USE - To cool gases contg. molten cpds. or those formed by the partial oxidation of biomass, peat or coal, and to heat solid material such as lime.

ADVANTAGE - Power requirements are relatively modest, erosion of heat transfer surfaces is minimal, and heat recovery is commercially attractive.

Dwg.1/4

US 5634516 A

A method of cooling hot gas in a reactor has lower and upper sections, and having an inlet duct, a fluidized bed, and a mixing chamber in the lower section of the reactor. The mixing chamber has wall surfaces and disposed above the inlet duct, a riser from the mixing chamber, a gas outlet in the upper section of the reactor, and a particle separator in communication with the upper section of the reactor.

The method comprises: (a) introducing hot gas at a first temperature into the mixing chamber through the inlet duct, the gas flowing upwardly through the mixing chamber where it comes into contact with and entrains cooling particles, and then flows into the riser; (b) separating particles from gas in the separator, returning the separated particles toward the fluidized bed, and discharging the hot gases from the separator; (c) introducing some returning particles from step (b) directly into the mixing chamber and others into the fluidized bed; (d) cooling the particles in, or prior to return to, or both in and prior to return to, the fluidized bed; and (e) introducing some cooled particles from the fluidized bed into the mixing chamber so that the cooled particles flow along the wall surfaces of the mixing chamber so as to contact and mix with the hot gas introduced in step (a) and effect cooling of it, lowering the temperature of the hot gas so that when it is discharged from the separator in step (b) it is at a second temperature lower than the first temperature.

Dwg.1/3

US 5505907 A

Apparatus for cooling hot gases in a reactor, comprises:

a reactor chamber comprising an upper section and a lower section;

a gas inlet tube for introducing hot gas into said reactor chamber, and substantially centrally located in said lower section;

a riser extending from said gas inlet tube to said upper section; at least one particle separator located in said upper section for separating particles from hot gas flowing upwardly in said riser; a divided bubbling fluidized bed in said lower section having distinct inner and outer substantially concentric parts, where said inner substantially concentric part is demarcated from said outer substantially concentric part by a divider wall in said reactor chamber;

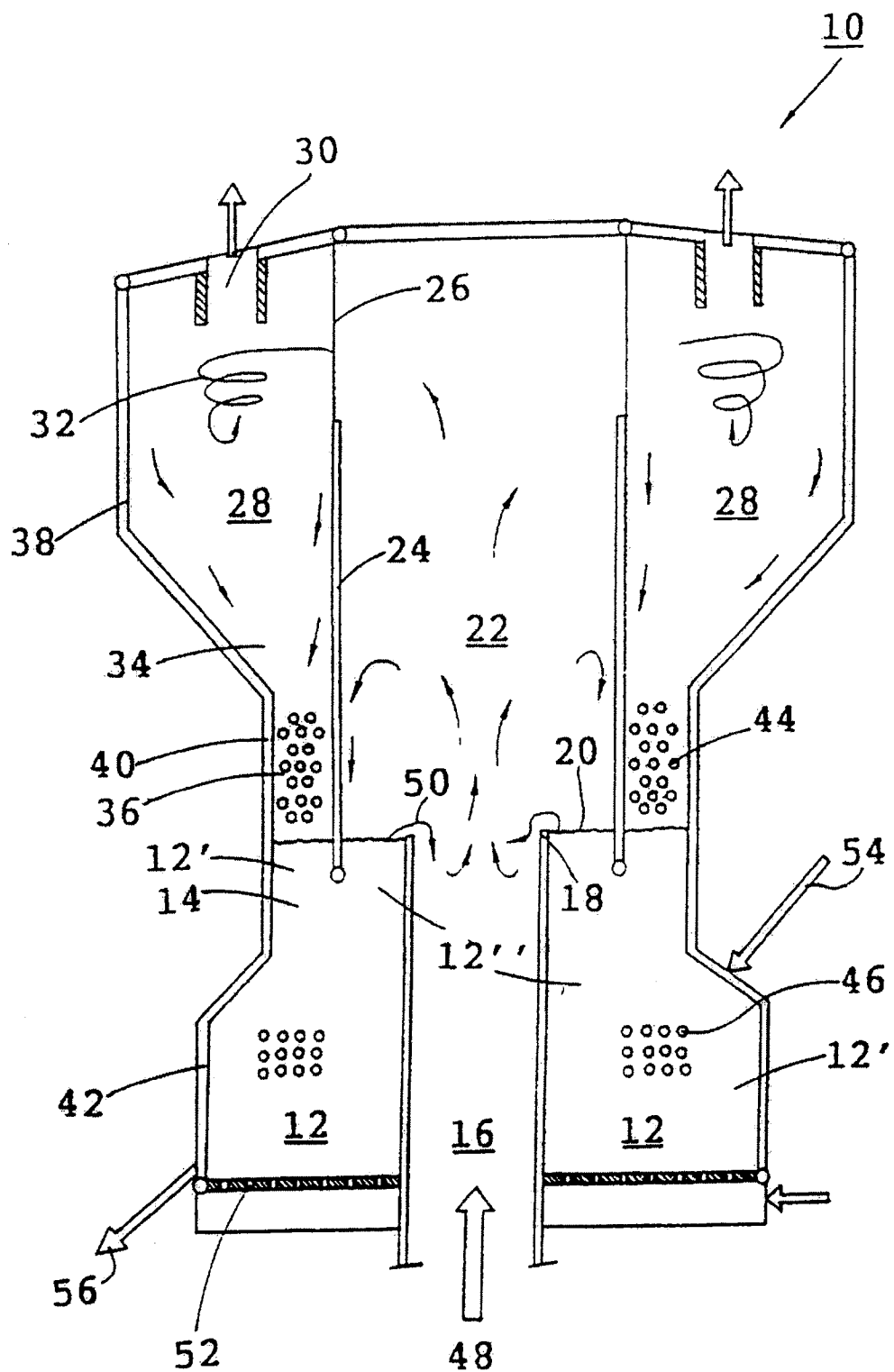
a return duct from each of said at least one separator for returning particles separated by said at least one separator into said outer part of said fluidized bed;

a gas outlet disposed in said upper section;

means for cooling particles travelling between said riser and said inner part of said fluidized bed; and

means for introducing particles from said inner part of said fluidised bed into the hot gas introduced into said gas inlet tube to effect cooling of the hot gas.

Dwg.1/4



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Übersetzung der  
europäischen Patentschrift**  
⑧⑦ **EP 0 630 683 B 1**  
⑩ **DE 694 16 458 T 2**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 01 J 8/38**  
F 28 D 13/00  
F 22 B 31/00  
F 28 C 3/16

- ②① Deutsches Aktenzeichen: 694 16 458.5  
⑧⑥ Europäisches Aktenzeichen: 94 109 722.2  
⑧⑥ Europäischer Anmeldetag: 23. 6. 94  
⑧⑦ Erstveröffentlichung durch das EPA: 28. 12. 94  
⑧⑦ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 10. 2. 99  
④⑦ Veröffentlichungstag im Patentblatt: 2. 9. 99

- ③⑩ Unionspriorität:  
932923 23. 06. 93 FI  
⑦③ Patentinhaber:  
Foster Wheeler Energia Oy, Helsinki, FI  
⑦④ Vertreter:  
HOFFMANN - EITLE, 81925 München  
⑧④ Benannte Vertragsstaaten:  
AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, IT, LI, NL, PT, SE

- ⑦② Erfinder:  
Hiltunen, Matti, SF-48600 Karhula, FI; Hyppänen,  
Timo, SF-48710 Karhula, FI; Westerlund, Kurt,  
SF-00150 Helsinki, FI

- ⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Behandlung oder zur Verwendung eines Heissgasstromes

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 694 16 458 T 2

DE 694 16 458 T 2

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Abkühlung oder Nutzung von Heißgas in einem Reaktor, wo der untere Bereich des Reaktors mit einem Heißgaseinlaß und einer Kammer, die eine Wirbelschicht einschließt, der mittlere Bereich mit einem Steigrohr und der obere Bereich mit einem Gasauslaß versehen ist, und der Reaktor Wärmeübertragungsflächen zur Rückgewinnung von Wärme aus Feststoffpartikeln aufweist. Die Erfindung bezieht sich im besonderen auf ein Verfahren, bei dem Heißgas durch den Einlaß in den unteren Bereich des Reaktors eingeführt, und Feststoffpartikel aus dem Brodelbett dem Eintrittsgas zur Abkühlung desselben zugeführt werden, Feststoffpartikel aus dem abgekühlten Gas abgeschieden und der Wirbelschicht rückgeführt werden, Wärme aus den abgeschiedenen Feststoffpartikeln zurückgewonnen wird und das abgekühlte Gas durch den Gasauslaß abgezogen wird.

Wirbelschichtreaktoren lassen sich gut auf die Abkühlung von Heißgasen anwenden, die geschmolzene und/oder verdampfte Bestandteile und/oder teerartige Partikel enthalten. Gaskühler sind z.B. zur Abkühlung von Abgasen aus Industrieanlagen und Trockenreinigung von Gasen geeignet, die Staub und Teer und andere kondensierende Bestandteile enthalten, welche Gase durch partielle Oxidierung von Biomasse, Torf oder Kohle entstanden sind. Die in den Reaktor eingeführten Heißgase werden effizient durch Beimischung von Feststoffpartikeln abgekühlt, welche Feststoffpartikel zuvor im Reaktor abgekühlt sind.

Das finnische Patent 64997 beschreibt die Abkühlung von Heißgasen in zirkulierenden Wirbelschichtreaktoren. Hier werden Heißgase als Fluidisierungsgas in die Mischkammer des Reaktors eingeführt, wo die Gase wirksam abkühlen, wenn sie mit einer großen Menge von Feststoffpartikeln, d.h. dem Bettmaterial, in Kontakt gebracht werden. Feststoffpartikel werden von der Gasströmung durch das Steigrohr in den oberen Bereich des Reaktors befördert, wo sie abgeschieden und anschließend der Wirbelschicht in der Mischkammer rückgeführt werden. Im Steigrohr wird die Feststoffpartikel befördernde Gasströmung durch Wärmeübertragungsflächen abgekühlt.

Ein Nachteil des obenbeschriebenen Verfahrens besteht jedoch darin, daß die

abzukühlenden Heißgase eine große Menge von Feststoffpartikeln fluidisieren müssen, wobei der Energieverbrauch hoch ist. Zum anderen kann eine plötzliche Unterbrechung der Energieversorgung zur Folge haben, daß das ganze Bett durch den Einlaß und weiter aus dem Reaktor hinausfließt.

- 5 Die finnische Patentanmeldung 913416 (DE-A-4 023 060, die das Verfahren und die Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 und 10 festlegt), beschreibt ebenfalls die Abkühlung von heißem Prozeßgas in stationärer Fluidisierung, d.h. einem sogenannten Brodelbett. Hier wird das in den Reaktor einfließende Heißgas mit Feststoffpartikeln als Überlauf vom Brodelbett zugeführt.
- 10 Das Gas und die von ihm mitgeführten Feststoffpartikel fließen in einen Staubabscheider, der über dem Brodelbett angeordnet ist, von wo Feststoffpartikel dann zurück auf die Oberfläche des Brodelbetts fallen, wenn die Strömungsgeschwindigkeit des Gases schnell zurückgeht. Das Brodelbett und das Gassteigrohr, das über dem Staubabscheider angeordnet ist, sind mit Wärmeübertragungsflächen
- 15 ausgestattet.

- Bei der obenbeschriebenen Anordnung werden die auf die Oberfläche des Brodelbetts gefallen Partikel schnell die Oberfläche entlang zurück zur Überlaufstelle befördert, wo sie unmittelbar in die Rückführung genommen werden und im Staubabscheider enden. Somit entsteht oberhalb der Wirbelschicht eine getrennte
- 20 „Oberflächenzirkulation“ heißer Partikel. Diese Partikel kühlen in der Wirbelschicht nicht wirksam ab, weil die tiefer in der Wirbelschicht, nahe der Wärmeübertragungsflächen, befindlichen Partikel sich nicht wirksam mit den in der „Oberflächenzirkulation“ vorhandenen Partikeln vermischen können.

- Bei dem obenbeschriebenen Verfahren wird das Steigrohr als natürliche Stelle
- 25 für die Wärmeübertragungsflächen betrachtet, weil die Feststoff- und Gasströme darin schnell sind. Der Gasstrom verursacht jedoch Abnutzung der Wärmeübertragungsflächen im Steigrohr. Die Abnutzung ist teilweise der Zusammensetzung des Gases wie auch dem darin enthaltenen Staub und teilweise der hohen Strömungsgeschwindigkeit des Gases zuzuschreiben.

- 30 In einigen Fällen kann das zum Reaktor fließende Heißgas Verschmutzung

und Verstopfung der Wärmeübertragungsflächen verursachen, wenn das Gas die Wärmeübertragungsflächen zu heiß anströmen kann. Falls das Heißgas nicht abkühlt, bevor es die Wärmeübertragungsflächen berührt, kondensieren die Verunreinigungen entsprechend auf diesen Oberflächen oder setzen sich daran fest, nicht  
5 aber auf Partikeln der zirkulierenden Masse, wie es normalerweise vorgesehen ist.

Im besonderen verursachen die chlorhaltigen Gase in heißen Verhältnissen Korrosion, weshalb eine Überhitzung von Dampf auf hohe Temperaturen durch die Wärmeübertragungsflächen des Steigrohrs in der Regel nicht möglich ist, während  $\text{SO}_3$  Probleme mit den Wärmeübertragungsflächen auf niedrigen Temperaturen  
10 verursachen kann.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein im Vergleich zu den Obenbeschriebenen verbessertes Verfahren und eine verbesserte Vorrichtung vorzusehen zur Abkühlung oder Nutzung von Heißgasen bei der Heißgasbehandlung von Feststoff.

15 Es ist im besonderen eine Aufgabe, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Reduzierung von Stromverbrauch und Abnutzung der Wärmeübertragungsflächen vorzusehen.

Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung vorzusehen, womit die vom Heißgas bei der Abkühlung  
20 freigesetzte Wärmeenergie möglichst wirksam, z.B. zur Erzeugung von überhitztem Dampf, genutzt werden kann.

Diese Aufgaben werden gemäß der vorliegenden Erfindung durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 1 und einer Vorrichtung mit den Merkmalen von Anspruch 10 gelöst. Detaillierte Ausführungsformen sind in den  
25 abhängigen Ansprüchen festgelegt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung können Feststoffpartikel als Überlauf vom Brodelbett befördert werden und auf das Heißgas zugeleitet werden, das durch den Einlaß fließt. Zum anderen kann die Wand zwischen dem Heißgaseinlaß und der die Wirbelschicht aufnehmenden Kammer mit



Öffnungen versehen sein, wodurch Feststoffpartikel in die Heißgasströmung eingeführt werden. Infolge eines höheren statischen Drucks der Wirbelschicht fließt Feststoff automatisch durch die Öffnungen in die Heißgasströmung, kann aber auch von einem Trägergas durch die Öffnungen in die Gasströmung befördert werden.

- 5 Beim erfindungsgemäßen Reaktor wird Heißgas auf eine wesentlich niedrigere Temperatur unmittelbar am Gaseinlaß abgekühlt, indem abgekühlte Feststoffpartikel mit dem Gas vermischt werden, wodurch das Gas abkühlt und die Feststoffpartikel entsprechend erhitzt werden. Außer der Abkühlung von Gasen kann die Erfindung in Prozessen, wo Feststoff durch Heißgase erhitzt wird, etwa beim Erhitzen von  
10 Kalk mittels Heißgasen, eingesetzt werden.

- In einem erfindungsgemäßen Reaktor kann Gas auch im Steigrohr abgekühlt werden, wobei das Steigrohr durch gekühlte Oberflächen, wie zum Beispiel Überhitzerpaneele, gebildet wird. Im oberen Bereich des Reaktors werden Feststoffpartikel in einem Partikelabscheider aus dem Gas abgeschieden, das dann aus dem  
15 Reaktor abgezogen wird. Die Feststoffpartikel werden als dichte Suspension, beinahe als Pfropfenströmung, über den Rückführkanal zurück zum Brodelbett befördert. Im Rückführkanal sind vorzugsweise Wärmerückgewinnungsflächen zur Rückgewinnung der Wärmeenergie angeordnet, die von erhitzten Feststoffpartikeln freigesetzt wird, welche Wärmerückgewinnungsflächen vorzugsweise im Bereich  
20 der dichten Suspension arrangiert sind.

- Der Rückführkanal ist eine günstige Stelle für Wärmeübertragungsflächen, weil dort die Partikeldichte verhältnismäßig hoch ist, was angesichts des Wärmeübergangs von Vorteil ist, und weil der Rückführkanal viel weniger korrosive gasförmige Bestandteile enthält als zum Beispiel das Steigrohr. Ferner fließt in den  
25 Rückführkanal kein geschmolzene oder kondensierende Bestandteile enthaltendes Heißgas, die die Wärmeübertragungsflächen verstopfen könnten.

Wärmeübertragungsflächen können darüber hinaus in der Wirbelschicht selbst angeordnet sein, wo die Strömung langsam und somit für die Dauerhaftigkeit der Wärmeübertragungsflächen günstig ist.

Ein Teil der Feststoffpartikel, die zuerst — vom Gas mitgeführt — nach oben befördert werden, fließt die Steigrohrwände entlang nach unten, zurück in den unteren Bereich des Reaktors. Dieser Teil wird teilweise abgekühlt, vorausgesetzt, die Wand ist eine Kühlfläche. Die Abkühlung der Feststoffpartikel kann weiter  
 5 verbessert werden, indem der untere Bereich der Wand mit einer Tasche versehen wird, die die Wand hinabfließende Feststoffpartikel auffängt und sie dann dem unteren Bereich des Rückführkanals, vorzugsweise einer Stelle zuführt, die mit Wärmeübertragungsflächen ausgestattet ist. Somit ist auch ein Teil jener Feststoffpartikel, die das Gas nicht bis zum Partikelabscheider zu befördern vermag, einer  
 10 wirksamem Wärmeübertragung ausgesetzt.

Das Verfahren und Vorrichtung gemäß der Erfindung sehen eine einfache Anordnung zur Reduzierung der Abnutzung von Wärmeübertragungsflächen im Gaskühler vor. Gleichzeitig geht der Stromverbrauch im Vergleich zu anderen eingesetzten Anordnungen zurück. Des weiteren wird bei der erfindungsgemäßen  
 15 Anordnung die von den Gasen freigesetzte Wärmeenergie gut, zum Beispiel durch Erzeugung von überhitztem Dampf, verwertet.

Die Erfindung wird detaillierter beispielhaft mit Verweis auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben werden. Es zeigt

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Reaktoranordnung;

20 Fig. 2 eine schematische Darstellung einer zweiten erfindungsgemäßen Reaktoranordnung; und

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer dritten erfindungsgemäßen Reaktoranordnung.

Fig. 1 stellt einen Reaktor 10 zur Abkühlung oder Nutzung heißer Prozeßgase  
 25 dar. Der Reaktor 10 umfaßt eine ringförmige Kammer 12, die einen offenen Oberteil hat und die im unteren Bereich des Reaktors angeordnet ist. Die Kammer hat einen Außenteil 12' und einen Innenteil 12'' und ist mit einem Brodelbett 14 versehen. In der Mitte der ringförmigen Kammer ist ein Einlaßkanal oder -rohr 16 für Heißgase angeordnet, dessen Oberkante 18 auf gleicher Höhe mit der Oberfläche

20 des Brodelbetts ist.

Oberhalb der Kammer 12 ist ein zylindrisches Steigrohr 22 des Reaktors angeordnet, wobei der Durchmesser des Steigrohrs größer als der des Einlaßkanals 16 aber kleiner als der der ringförmigen Kammer 12 ist. Das zylindrische Steigrohr 22 wird durch Kühlpaneele 24 gebildet. Der Oberteil des Steigrohrs ist mit Öffnungen 26 versehen, die das Steigrohr mit Partikelabscheidern 28 in Kontakt bringen, die konstruktionsmäßig in das Steigrohr integriert sind. Einlaßkanal oder -rohr 16, Kammer 12 und Steigrohr 22 können selbstverständlich quadratisch, rechteckig oder einer anderen Form sein. Bei der Ausführungsform von Fig. 1 erstrecken sich die Wände des Steigrohrs bis zur Wirbelschicht. Bei einigen Anordnungen können die Wände etwas oberhalb der Wirbelschicht enden.

Die Partikelabscheider 28 bilden einen Ringraum um das zylindrische Steigrohr 22. Die Steigrohrwände 24 bilden die Innenwände der Partikelabscheider. Bei den Partikelabscheidern handelt es sich um Zyklonabscheider, wo die Gasauslässe 30 und der Einlaß 26 eine Wirbelströmung pro Auslaß bilden. Der unter Bereich 34 des Partikelabscheiders ist mit einem Rückführkanal 36 verbunden, der den Partikelabscheider mit der Wirbelschicht 14 verbindet. Der Rückführkanal bildet einen ringförmigen Schlitz um das Steigrohr. Die Wand 24 des Steigrohrs 22 bildet die Innenwand des Rückführkanals. Die Außenwand 38 des Partikelabscheiders, Außenwand 40 des Rückführkanals und Außenwand 42 der Ringkammer 12 können sämtlich ein und derselben Konstruktion, zum Beispiel ein Membranpaneel sein, das in eine gewünschte Form gebogen ist.

Der Rückführkanal 36 ist mit Wärmeübertragungsflächen 44 versehen. Die Wirbelschicht 14 ist ebenfalls mit Wärmeübertragungsflächen 46 versehen.

Der Reaktor funktioniert, so daß Heißgas 48 durch einen Einlaß 16 in den Reaktor eingeführt wird, welches Heißgas mit abgekühlten Feststoffpartikeln vermischt wird, indem diese als Überlauf 50 über die Kanten des Einlaßkanals 18 fließen. Das Heißgas kühlt sehr schnell ab, indem es Wärmeenergie an die Feststoffpartikel abgibt.

Das Gas und die von ihm mitgeführten Feststoffpartikel fließen als Suspension im Steigrohr 22 aufwärts. Ein Teil der Partikel wird aus dem Gas abgeschieden und fließt die Wände 24 entlang zurück zur Wirbelschicht, wobei er gleichzeitig Wärmeenergie an die Wände abgibt. Die Gassuspension fließt über Einlaßöffnung 5 26 in den Partikelabscheider 28, wo Feststoffpartikel aus dem Gas abgeschieden werden. Gereinigte und abgekühlte Gase werden durch den Auslaß 30 aus dem Reaktor herausgeleitet.

Die abgeschiedenen Feststoffpartikel können im Rückführkanal 36 durch die Schwerkraft abwärts fließen. Feststoffpartikel kühlen ab während sie einen Teil 10 ihrer Wärmeenergie im Wärmetauscher 44 freisetzen. Feststoffpartikel kühlen in der Wirbelschicht durch die Wirkung des Wärmetauschers 46 weiter ab.

In der Wirbelschicht wird passende Fluidisierung in hinsicht sowohl auf Überlauf als Wärmeübertragung aufrechterhalten, indem Fluidisierungsluft oder Fluidisierungsgas durch Düsen 52 in die ringförmige Kammer eingeführt werden. 15 Die Feststoffpartikelmenge im Reaktor kann durch Zugabe von Partikeln über Leitung 54 oder durch Abzug derselben über Leitung 56 geregelt werden.

Fig. 2 stellt eine zweite Möglichkeit zur Anwendung der erfindungsgemäßen Anordnung dar. Einander entsprechende Bauteile von Fig. 2 und 1 sind mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Fig. 2 zeigt im besonderen eine andere 20 Anordnung zur Leitung von Feststoffpartikeln aus der Wirbelschicht 14 in den Heißgaseinlaßkanal und eine neue Anordnung zur Leitung der die Steigrohrwände 24 hinabfließenden Partikel in die Wirbelschicht 14.

Der Heißgaseinlaßkanal 16 ist mit Öffnungen 60 versehen, wodurch Feststoffpartikel aus der Wirbelschicht in den Einlaßkanal fließen. Die Druck- 25 differenz zwischen Wirbelschicht 14 und Einlaßkanal 16 funktioniert als tragende Kraft. Die in den Einlaßkanal fließenden Partikel werden unmittelbar mit dem Heißgas vermischt und von ihm aufwärts in das Steigrohr 22 mitgerissen.

Die Wand 24 des Steigrohrs 22 ist mit einer internen Tasche 62 versehen, die über eine Öffnung 64 mit dem Rückführkanal 36 verbunden ist. Im Steigrohr

verliert ein Teil der mit den Gasen aufwärts fließenden Partikel seine Geschwindigkeit und beginnt, die Wände 24 entlang nach unten zu fließen. Diese Partikel enden in den Taschen 62, von wo sie über Öffnungen 64 in den Rückführkanal geleitet werden können. Im Rückführkanal kühlen die Partikel beim Passieren der Wärmeübertragungsflächen 44 wirksam ab. Durch diese Anordnung ist es möglich, die Abkühlung von Partikeln zu intensivieren, falls die Kapazität der Wärmeübertragungsflächen der Wände 24 zur Abkühlung der Partikel nicht ausreicht.

Bei der in Fig. 2 dargestellten Anordnung hat der Querschnitt des Einlaßkanals 16 für Heißgase die Form eines länglichen Schlitzes. Entsprechend hat der Querschnitt des Steigrohrs die Form eines länglichen Rechtecks, und die Wirbelschicht 14 ist in zwei rechteckigen Kammern arrangiert, die der gleichen Länge wie der wesentlich schlitzförmige Einlaßkanal 16 sind und auf seinen beiden Seiten angeordnet sind. Die Partikelabscheider 28 sind in Querschnitt ebenfalls rechteckig, und sind parallel zum Steigrohr und auf seinen beiden Seiten angeordnet.

Fig. 3 stellt eine dritte beispielhafte Möglichkeit zur Anwendung der erfindungsgemäßen Anordnung zur Behandlung von Heißgasen dar. Die denen von Fig. 1 entsprechenden Bauteile sind durch die gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Im Unterschied zu der in Fig. 1 dargestellten Anordnung ist das Steigrohr 22 in Fig. 3 einer Rauchrohrkonstruktion. Das Steigrohr ist mit zwei horizontalen Rohrböden 70 und 72 versehen, die von der Form her dem Querschnitt des Steigrohrs entsprechen. Zwischen den Rohrböden sind Kanäle 74 angeordnet, um den Steigrohrraum 76 unterhalb der Rohrböden mit dem Steigrohrraum 78 oberhalb der Rohrböden zu verbinden. Der Freiraum zwischen den Kanälen 74 ist mit Wärmeträger, wie etwa Wasser oder Luft, gefüllt.

Bei der Anordnung von Fig. 3 wird die im unteren Bereich des Steigrohrs produzierte Gassuspension durch Kanäle 74 zum oberen Bereich 78 des Steigrohrs befördert. Die in den Kanälen fließende Gassuspension wird indirekt mit dem Wärmeträger abgekühlt. Durch Anwendung der Rauchrohranordnung kann die Abkühlung von Feststoff besonders bei Niederdruckanordnungen bereits im Steigrohr intensiviert werden.

23.04.99

Die Erfindung soll nicht auf die obenbeschriebenen Beispiele eingeschränkt werden, sondern soll im Gegenteil auf verschiedene Modifikationen im Schutzzumfang der Erfindung angewandt werden, der durch die beigefügten Ansprüche festgelegt ist.

## Ansprüche

1. Verfahren zur Abkühlung von Heißgasen in einem Reaktor (10), wo
  - der untere Bereich des Reaktors mit einem Heißgaseinlaßkanal (16) und einer Kammer (12) versehen ist, die ein Brodelbett (14) einschließt, der mittlere Bereich
  - 5 mit einem durch Wände (24) gebildeten Steigrohr (22), und der obere Bereich mit einem Partikelabscheider (28 ) und einem Gasauslaß (30) versehen ist, und der Reaktor Wärmeübertragungsflächen (24, 44, 46) zur Rückgewinnung von Wärme aus Feststoffpartikeln aufweist, wobei
  - Heißgas durch den Einlaßkanal (16) in den unteren Bereich des Reaktors
  - 10 eingeführt wird,
  - Feststoffpartikel aus dem Brodelbett (14) in das Heißgas zur Abkühlung desselben eingeführt werden,
  - Feststoffpartikel aus dem auf solche Weise abgekühlten, feststoffhaltigen Gas abgeschieden und dem Brodelbett rückgeführt werden,
  - 15 - abgekühltes feststoffhaltiges Gas durch das Steigrohr (22) in den oberen Bereich des Reaktors befördert wird, wo Feststoffpartikel im Partikelabscheider (28) aus dem Gas abgeschieden und dem Brodelbett rückgeführt werden,
  - Wärme aus abgeschiedenen Feststoffpartikeln in dem Brodelbett zurückgewonnen wird, und
  - 20 - abgekühltes Gas über den Gasauslaß (30) aus dem Reaktor abgezogen wird, dadurch gekennzeichnet, daß
  - die Steigrohrwände (24) solcherart angeordnet sind, daß ein unterer Teil derselben das Brodelbett teilweise in einen Außen- und einen Innenteil aufteilt, wobei
  - 25 - Feststoffpartikel, die durch das Steigrohr in den oberen Bereich des Reaktors transportiert und aus dem abgekühlten Gas im Partikelabscheider im oberen Bereich des Reaktors abgeschieden sind, durch die Steigrohrwände (24) veranlaßt werden,

zum Außenteil des Brodelbetts zurückzufließen und in das heiße Eintrittsgas eingeführt zu werden, nachdem die Partikel vom Außenteil (12') des Brodelbetts zum Innenteil (12'') des Brodelbetts gewandert sind, und

- 5 - Wärme aus Feststoffpartikeln durch im Strömungspfad der Feststoffpartikel angeordnete Wärmeübertragungsflächen zurückgewonnen wird, die über Steigrohr (22), Partikelabscheider (28), Rückführkanal (36) und Außenteil (12') des Brodelbetts (14) zum Innenteil (12'') des Brodelbetts befördert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß Feststoffpartikel vom Innenteil (12'') der Wirbelschicht als Überlauf über eine Kante (18) in die  
10 Heißgase eingeführt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß Feststoffpartikel vom Innenteil (12'') der Wirbelschicht durch Öffnungen (60) des Einlaßkanals bei Anwendung eines Trägergases in die Heißgase eingeführt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß Feststoffpartikel  
15 auf Wärmeübertragungsflächen (44) abgekühlt werden, die im Rückführkanal (36) angeordnet sind.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß Feststoffpartikel auf Wärmeübertragungsflächen (46) in der Wirbelschicht (14) abgekühlt werden.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß Feststoffpartikel  
20 auf Wärmeübertragungsflächen (46) im Außenteil (12') des Brodelbetts abgekühlt werden.
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Gasströmung vom Steigrohr (22) in zwei, vorzugsweise in eine Vielzahl Partikelabscheider (28) geleitet wird, von wo die abgeschiedenen Feststoffpartikel über zwei, vorzugsweise  
25 eine Vielzahl Rückführkanäle (36), zum Brodelbett (14) zurückgeführt werden.
8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Gasströmung durch den Einlaßkanal (16) in den unteren Bereich des Reaktors auf dem Niveau oder oberhalb der Düsen (52) eingeführt wird zur Einführung von Fluidisierungsgas



in die Wirbelschicht (14).

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Gasströmung durch den Einlaßkanal (16) in den unteren Bereich des Reaktors auf dem Niveau der Düsen (52) eingeführt wird zur Einführung von Fluidisierungsgas in die  
5 Wirbelschicht (14).
10. Vorrichtung zur Abkühlung von Heißgasen in einem Reaktor (10), wo der untere Bereich des Reaktors mit einem Heißgaseinlaßkanal (16) und einer eine Wirbelschicht einschließenden Kammer (12) versehen ist, der mittlere Bereich mit einem Steigrohr (22) und der obere Bereich mit einem Gasauslaß (30) versehen ist,  
10 und der Reaktor Wärmeübertragungsflächen (24, 44, 46) zur Rückgewinnung von Wärme aus Feststoffpartikeln aufweist,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß der Reaktor umfaßt
  - ein durch Wände (24) gebildetes Steigrohr (22), das über dem Brodelbett (14) derart angeordnet ist, daß der untere Abschnitt der Steigrohrwände (24) die  
15 Wirbelschicht teilweise in einen Außenteil (12') und einen Innenteil (12'') aufteilt,
  - zumindest einen Partikelabscheider (28), der im oberen Bereich des Reaktors angeordnet ist ,
  - zumindest einen Rückführkanal (36), um den Partikelabscheider (28) mit dem Außenteil (12') der Wirbelschicht zu verbinden, um die im Partikelabscheider  
20 abgetrennten Feststoffpartikel dem Außenteil der Wirbelschicht rückzuführen, und
  - im Strömungspfad der Feststoffpartikel angeordnete Wärmeübertragungsflächen, der durch Steigrohr, Partikelabscheider, Rückführkanal und Außenteil der Wirbelschicht und dem Innenteil der Wirbelschicht gebildet wird.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Rückführkanal (36) konstruktionsmäßig mit dem Steigrohr (22) verbunden ist, so daß die  
25 Steigrohrwand (24) einen Teil der Rückführkanalwand bildet.
12. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß der obere, die

Wirbelschicht (14) einschließende Bereich der Kammer (12) die Form eines offenen Bottiches hat.

13. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Brodelbett (14) in der ringförmigen Kammer angeordnet ist, die den Gaseinlaßkanal (16) umschließt.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Steigrohr (22) zylindrisch ist und daß der Rückführkanal (36) einen schmalen Ringraum um das Steigrohr bildet.

10 15. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Gaseinlaßkanal (16) ein schmaler rechteckiger Schlitz ist und daß das Brodelbett von dem länglichen Bottich (12) aufgenommen wird, der neben dem schmalen Schlitz angeordnet ist.

15 16. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Brodelbett in den länglichen Bottichen enthalten ist, die auf beiden Seiten des schmalen Schlitzes angeordnet sind.

17. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Innenteil (12'') des Brodelbetts mit Mitteln (18) zur Beförderung von Feststoffpartikeln als Überlauf in das heiße Eintrittsgas versehen ist.

20 18. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Innenteil (12'') des Brodelbetts mit Mitteln zur Beförderung von Feststoffpartikeln mittels eines Trärgases über Einlaßöffnungen (60) in das heiße Eintrittsgas versehen ist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Außenteil (12') der Wirbelschicht mit Wärmeübertragungsflächen (46) zur Abkühlung von Feststoffpartikeln versehen ist.

25 20. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Partikelabscheider (28) durch übliche Wandkonstruktionen mit dem Steigrohr (22) verbunden ist.

21. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß sich der Heißgaseinlaßkanal (16) in die Kammer (12) bis auf das Niveau oder bis über die Düsen (52) zur Einführung von Fluidisierungsgas in die Wirbelschicht (14) erstreckt.
22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch **gekennzeichnet**, daß sich der Heißgaseinlaßkanal (16) in die Kammer (12) bis aufs Niveau der Düsen (52) zur Einführung von Fluidisierungsgas in die Wirbelschicht (14) erstreckt.
23. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß im Rückführkanal (36) Wärmeübertragungsflächen (44) zur Abkühlung von Feststoffpartikeln vorgesehen sind.
24. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß Wärmeübertragungsflächen (24, 74) zur Abkühlung von Feststoffpartikeln mit dem Steigrohr (22) verbunden sind.

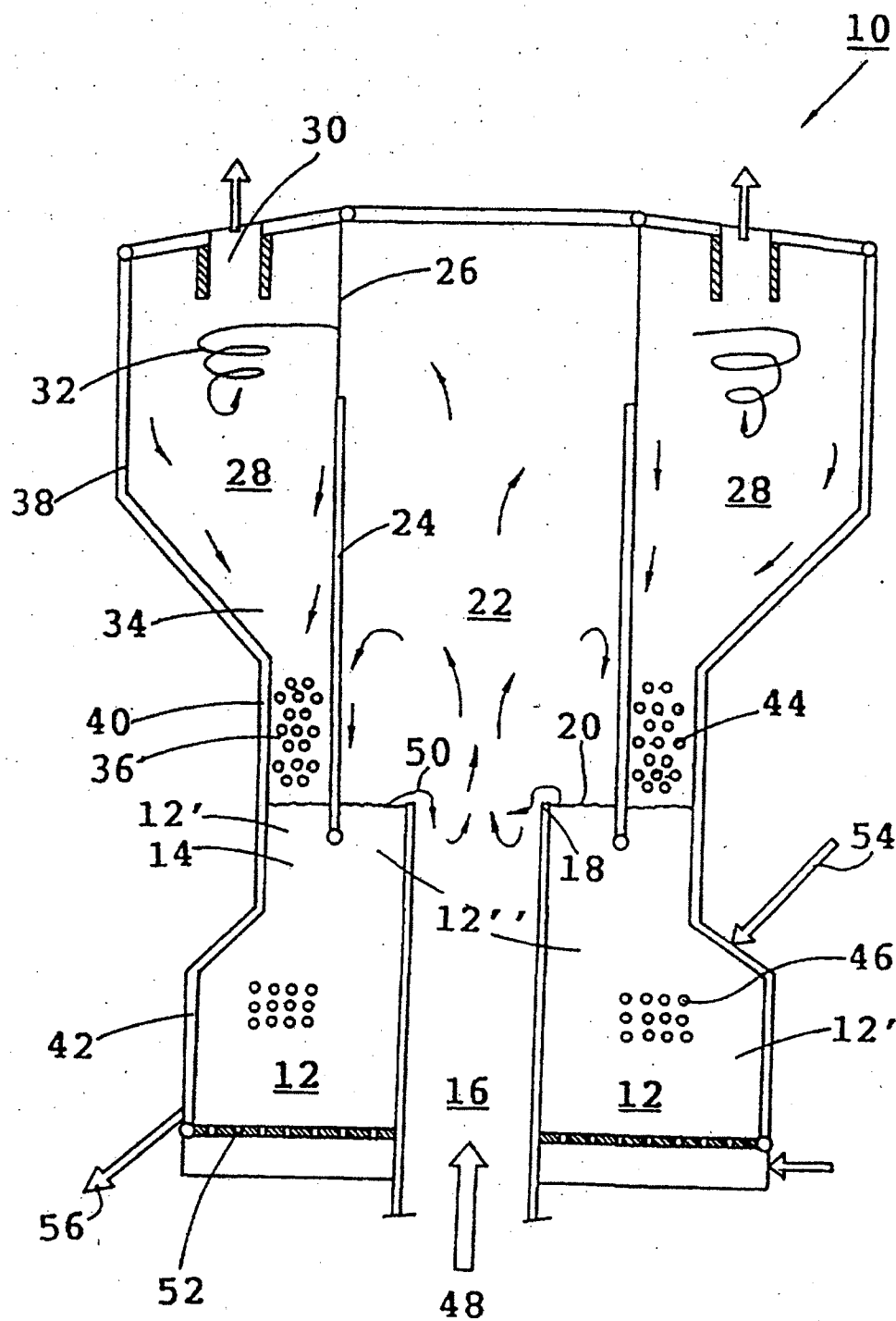


FIG. 1

213  
23.04.99

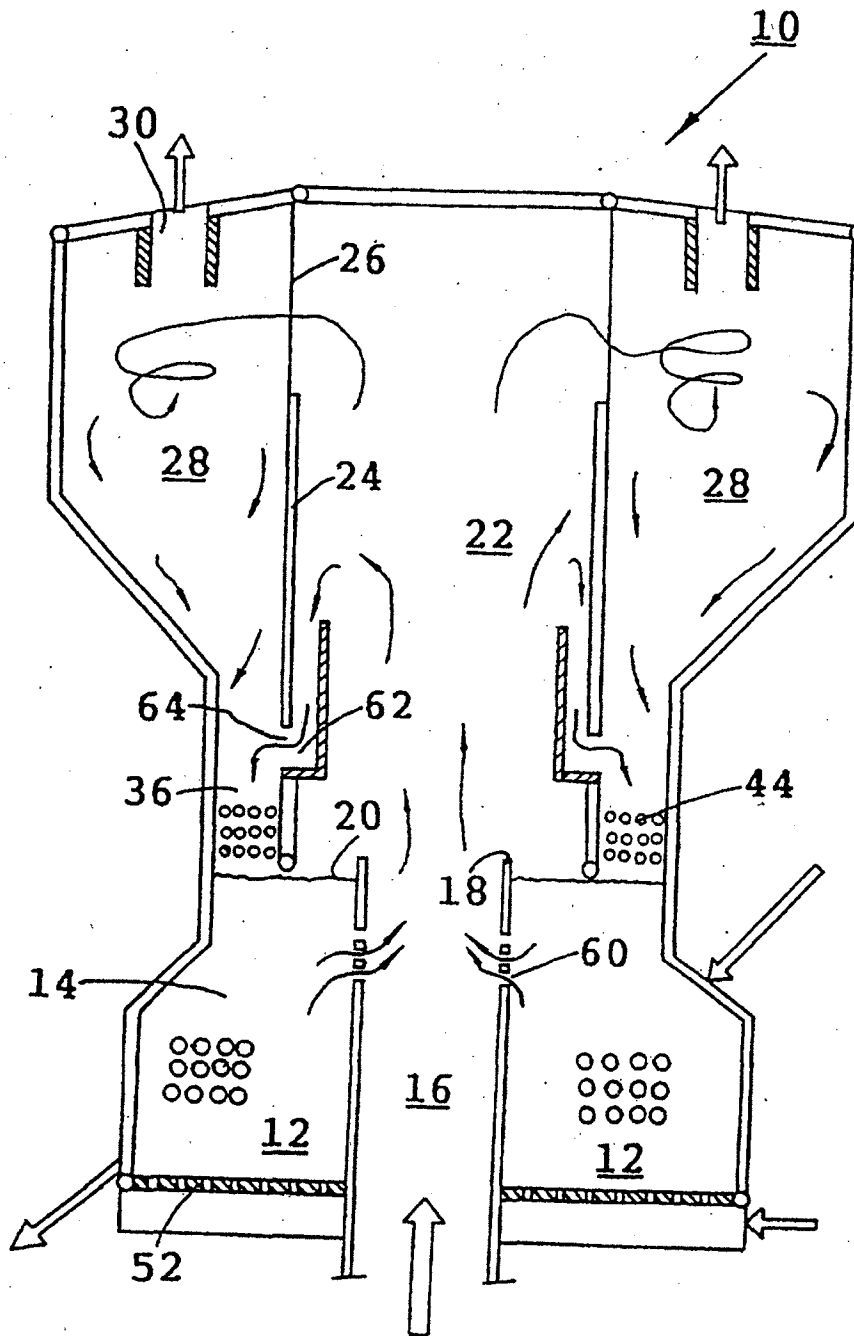


FIG. 2

343  
23.04.99

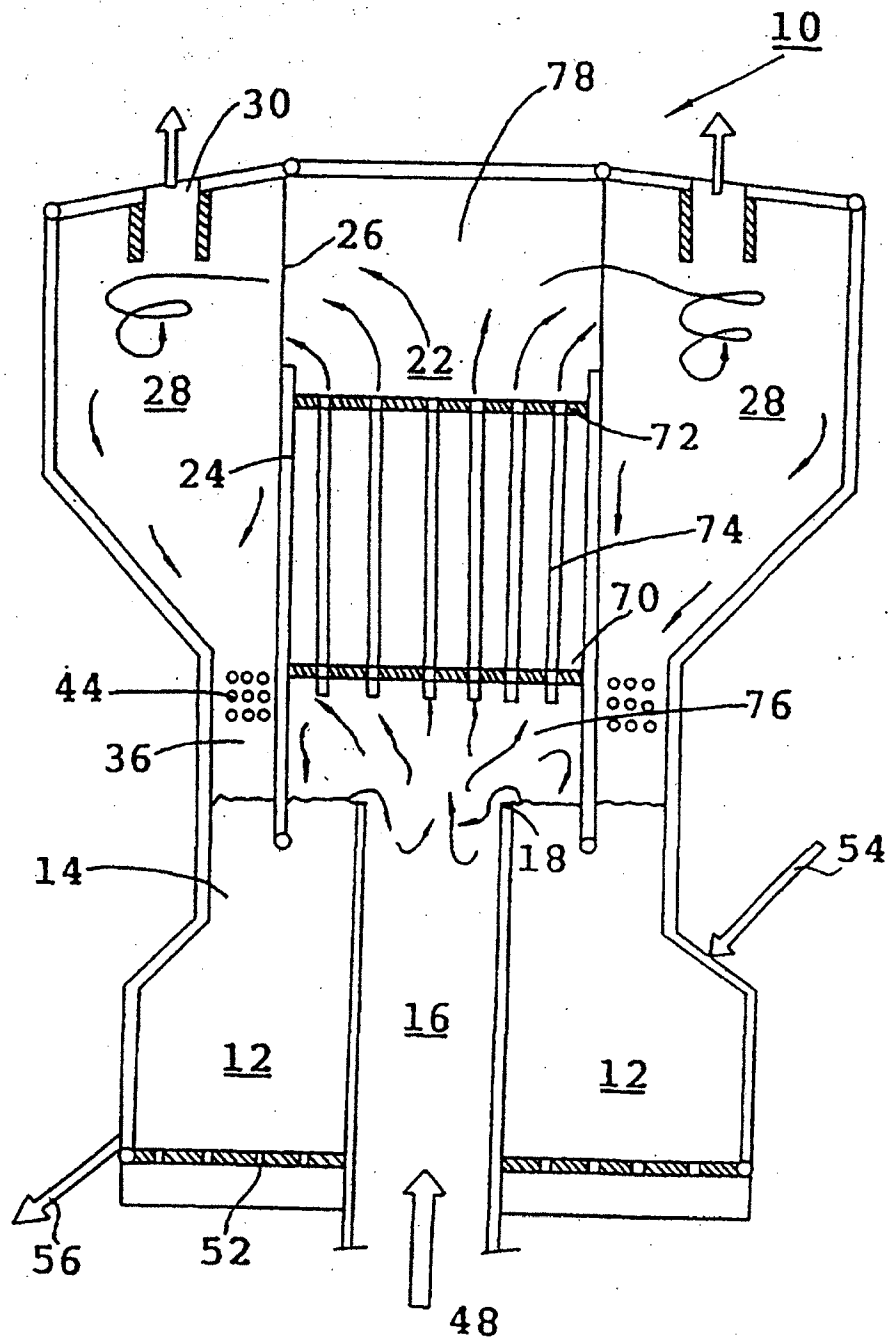


FIG. 3

